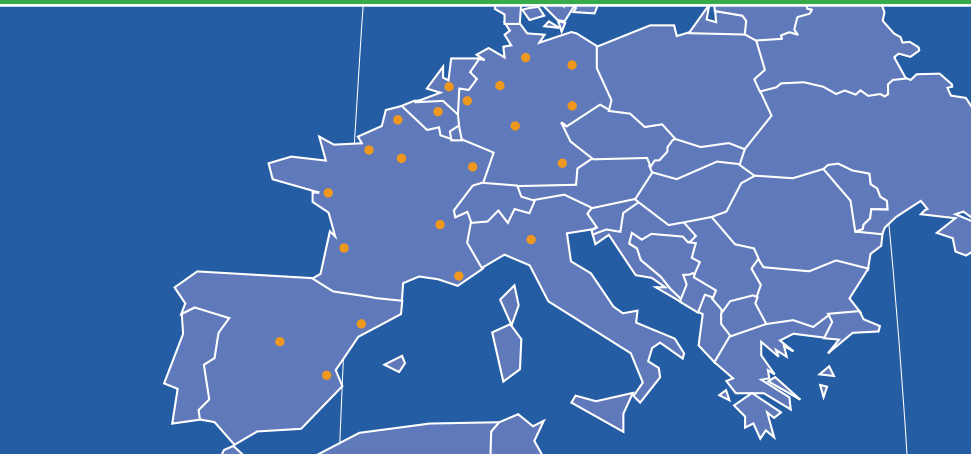


# FICHA PROYECTO: Suspensión o complemento Torre de refrigeración



## Puntos tratados:

- La tecnología de las torres para los clientes de Aggreko
- ¿Qué es la legionelosis?
- Solicitud de complemento o de sustitución de una torre de refrigeración
- Ejemplo de realización

## Principio: Refrigeración por evaporación

La refrigeración por evaporación se basa en un principio natural sencillo. En una torre abierta, el agua que hay que refrigerar se pulveriza en una superficie de escorrentía mientras que el aire es expulsado o aspirado a través de esta superficie de escorrentía. Una pequeña cantidad de agua se evapora provocando así la refrigeración del agua restante. Esta agua fría cae en el depósito de la torre y el calor se extrae con el aire que sale de la torre.

Las torres son un medio eficaz y poco oneroso de evacuación del calor inservible de los sistemas industriales. La refrigeración por evaporación combina una eficacia térmica elevada con una temperatura baja del fluido y un consumo reducido de energía y de agua.



Dry-cooler DC1150

Pioneros en 1962 del alquiler de grupos electrógenos y actualmente n.º1 mundial del alquiler de equipos especializados, Aggreko es el mejor preparado para ofrecer soluciones temporales de producción de energía para dar respuesta a sus necesidades, sean las que sean: gestión de urgencia, complemento de potencia, optimización de procedimientos, mantenimiento de instalaciones, proyectos de eventos y mucho más. La búsqueda del alto rendimiento, de innovación y de calidad de servicio motiva a nuestros expertos y nos permite ofrecer opciones de servicio llave en mano para cada uno de los sectores de actividad a los que damos servicio. A través de una red mundial de más de 100 centros de alquiler, conseguirá la disponibilidad y la experiencia que necesita durante las 24 horas del día todos los días de la semana.

Si desea más información, póngase en contacto con el:

**902 22 11 01**



Adaptación para la refrigeración de procesos que necesitan temperaturas comprendidas entre los 25 °C y los 45 °C, existen tres tipos de tecnología de torres que tienen como fluido para el proceso el agua

## TORRE DE REFRIGERACIÓN ABIERTA

En una torre en circuito abierto, el agua que proviene de la fuente de calor del proceso se distribuye directamente en la superficie de escorrentía y entra en contacto con el aire expedido a través de la torre de forma que se asegura la refrigeración por evaporación de una pequeña parte de esta agua gracias al intercambio obtenido entre el agua y el aire. (véase figura 1)

En el marco de la gestión del riesgo relacionado con la legionela y del seguimiento de la calidad del agua, habrá que tener en cuenta, no obstante, el volumen total del circuito, incluida la torre de refrigeración propiamente dicha, así como la red, los intercambiadores, las posibles acumulaciones de agua y las bombas. Por eso hay que gestionar a menudo los volúmenes importantes y los materiales de naturalezas distintas. En estos sistemas, los puntos de calor, como por ejemplo el intercambiador o el condensador, son los lugares donde la aparición de cal, de corrosión o de proliferación microbiana es más probable. Según su tamaño y volumen, estos sistemas pueden resultar más difíciles de limpiar o desinfectar en caso de que se hayan atascado o en caso de contaminación.

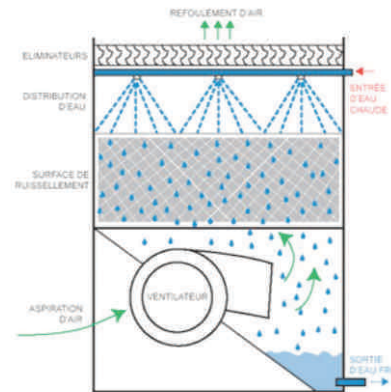


Figura 1: Torre abierta

## TORRE DE REFRIGERACIÓN EN CIRCUITO CERRADO

En una torre en circuito cerrado, el fluido que hay que enfriar circula dentro de un intercambiador tubular estanco, que es pulverizado directamente. La refrigeración está garantizada, como en una torre abierta, por la evaporación de una parte del agua de pulverización. (véase figura 2)

En materia de gestión de riesgos, la torre cerrada con intercambiador pulverizado ofrece múltiples ventajas. Este principio permite así recluir el agua de pulverización solamente en la torre de refrigeración. El circuito primario es cerrado y totalmente recluso, y no está en contacto con el aire. El agua de pulverización no puede ser contaminada por las bacterias que se desarrollan en los tubos muertos de las cañerías o en otros equipamientos externos del refrigerante por evaporación (p. ej., el condensador).

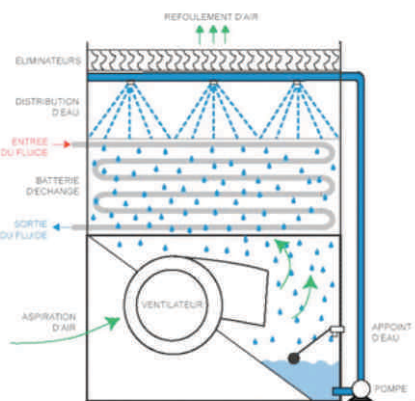


Figura 2: Torre en circuito cerrado

Además está a una temperatura inferior a la del proceso. Cuanto más baja es la temperatura del agua, menos proliferación bacteriana se producirá. Únicamente el circuito de pulverización totalmente recluso en la torre de refrigeración debe tratarse y gestionarse en lo que a la calidad del agua se refiere.

## TORRE DE REFRIGERACIÓN EN CIRCUITO CERRADO HÍBRIDO

Los sistemas de refrigeración híbridos combinan lo mejor de los dos sistemas: la refrigeración por evaporación en verano, mezclada con temperatura baja y consumo de energía inferior y la refrigeración seca en las estaciones más frías.

La combinación de estos dos modos permite un ahorro sustancial de agua durante todo el año. La utilización de este tipo de sistemas de una forma controlada minimiza enormemente el riesgo de contaminación bacteriológica. (véase figura 3)

Los verdaderos sistemas híbridos funcionan el 80% del tiempo en modo seco y aportan todas las ventajas del funcionamiento en agua a baja temperatura relacionados con una elevadísima reducción de los riesgos.

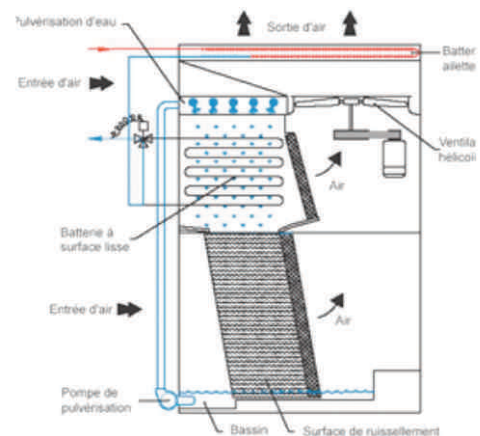


Figura 3: Torre en circuito híbrido



## ¿Qué es la legionelosis?

Pertenece a una familia de bacilos gramnegativos con 43 especies, y está presente en el biofilm. Existe en cantidades importantes en el medio natural (la concentración natural en el Loira sobrepasa frecuentemente las 104 unidades formadoras de colonias por litro). El nivel de alerta sanitaria en un circuito de refrigeración está fijado a una concentración de 105 unidades formadoras de colonias por litro.

Se propaga a través de las microgotas en suspensión en el aire de orígenes diversos, entre los que se cuenta el arrastre de gotas de las torres de refrigeración.

La legionelosis se alimenta de microorganismos necrosados o de vegetales superiores, incluso de algunas algas, pero también de caucho de las materias plásticas con que están fabricadas las juntas o algunas partes de los circuitos de refrigeración. Se desarrolla en presencia de depósitos, de sales minerales (calcio, magnesio) y de óxidos metálicos (hierro, cobre, zinc, etc.).

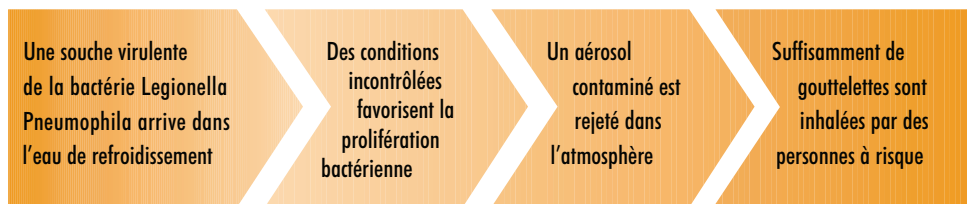
## La legionelosis y las formas de prevenirla

Pocos casos han sido asociados a los sistemas de refrigeración por evaporación, y éstos eran sistemas que no tenían un buen seguimiento ni un buen mantenimiento. Dado el grado de publicidad generado por los casos de legionelosis y gracias a la existencia de la Guía de buenas prácticas y a la experiencia técnica disponible en el mercado, es lamentable constatar que todavía en la actualidad estos equipamientos puedan ser una fuente de riesgos potenciales, por ignorancia de las responsabilidades y de las obligaciones que incumben al encargado o al usuario.

## Encadenamiento de los sucesos

Los casos de legionelosis provocados por una torre de refrigeración o un condensador por evaporación necesitan el encadenamiento de cuatro sucesos consecutivos, que se describen seguidamente, e invariablemente en el orden indicado.

Si se interrumpe esta cadena, sea en el punto que sea, el riesgo de legionelosis desaparece.



Pero todos los eslabones de la cadena no tienen la misma importancia y no pueden ser evitados todos directamente. Por ejemplo, es imposible impedir que la bacteria de la cepa virulenta Legionella pneumophila llegue al agua de refrigeración porque a menudo está presente en pequeñas cantidades en el agua de reserva.

También es imposible eliminar totalmente el arrastre de gotas o impedir que las personas estén en contacto con este aerosol. La aproximación dinámica de una acción preventiva es impedir la proliferación bacteriana y en particular de la Legionella pneumophila. De esta manera, el agua se mantiene bacteriológicamente inofensiva y el aerosol, incluso si lo respira una persona con riesgos, no es peligroso.

## Concepto del seguimiento preventivo

Una aproximación a la buena práctica global, así como una puesta en marcha de métodos planificados y sistemáticos de gestión de la calidad del agua y del mantenimiento del sistema han probado que es posible minimizar la posibilidad de desarrollo de la bacteria Legionella y prolongar así la duración de vida del equipamiento evitando el riesgo de desarrollo de corrosión o de formación de cal.

Las ventajas energéticas de la refrigeración por evaporación se pueden mantener en el tiempo pero es posible que se produzcan pérdidas de rendimiento a causa de los sistemas atascados, o con incrustaciones o que presenten una polución bacteriológica. Estos factores ciertamente tienen una incidencia inmediata sobre su rendimiento.

## Competencias:

Los casos de legionelosis están casi invariablemente asociados con una mala gestión, una mala comunicación o una falta de comprensión del seguimiento o de los riesgos.

Todos los encargados de la gestión, la definición o el seguimiento de los riesgos deben estar informados y tienen que ser competentes y conscientes de sus obligaciones.

## Tratamiento bactericida y anti-legionela

Igualmente, hay que poner un tratamiento bactericida y anti-legionela permanente por inyección de productos biocidas adaptados. El mejor resultado práctico ha sido el obtenido por la utilización combinada de dos principios activos de biocida, oxidante y orgánico o de un biocida y un biodispersante.

A causa de su poca eficacia en aguas de pH elevado, que es la que se encuentra usualmente en un circuito de refrigeración por evaporación, y de su carácter corrosivo, hay que evitar el uso de cloro en tratamientos de base.



## Solicitud de complemento o de sustitución de una torre de refrigeración

### 1 problema = 4 soluciones

Según las temperaturas deseadas para obtener el rendimiento óptimo del proceso, existen hasta cuatro soluciones de categorías de tecnología de refrigeración:

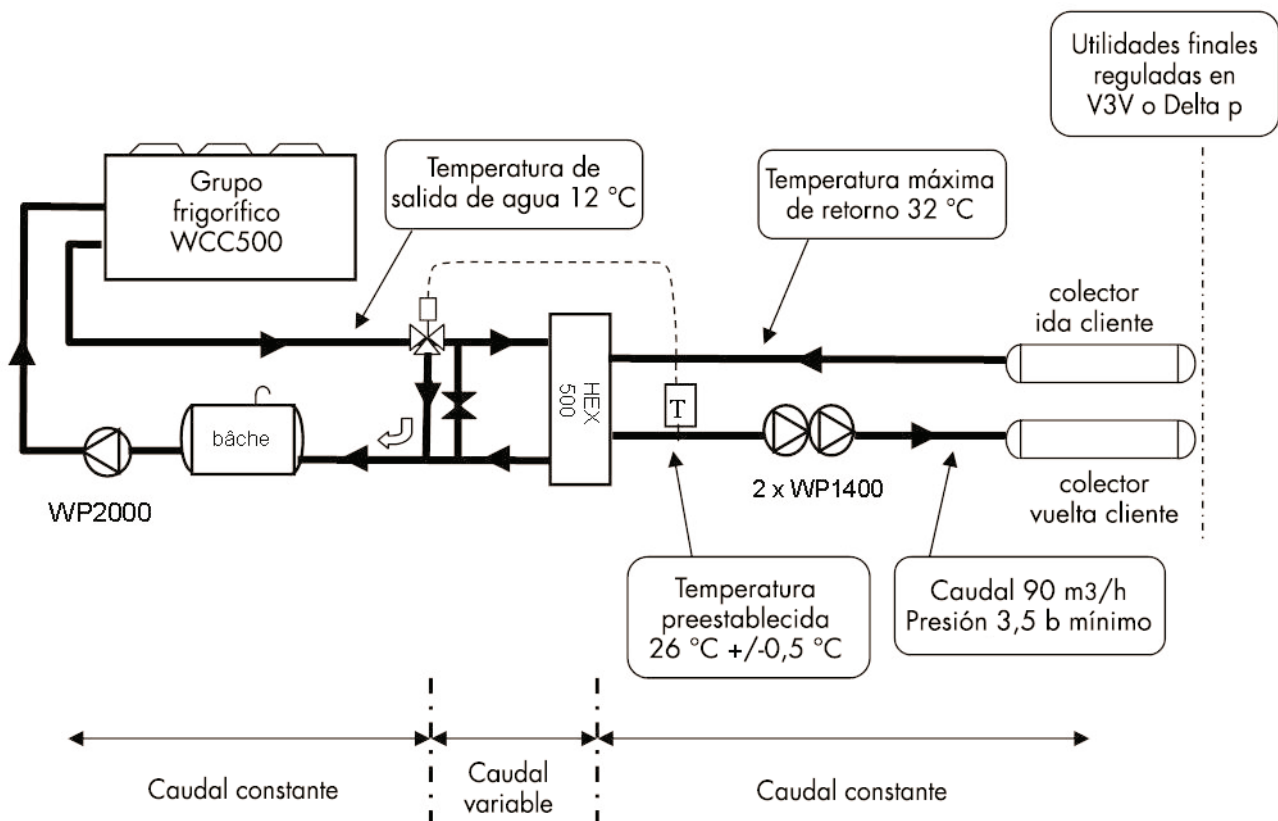
Solución	Material Aggreko	
<b>1</b>	<b>CT2500 (Torre de refrigeración cerrada):</b> Potencia nominal : 2.500 kW Caudal de agua mínimo: 75 l/s Temperatura nominal de entrada de agua: +37,3°C Temperatura nominal de salida de agua: +29,3°C Temperatura máxima de entrada de agua: +55°C Bulbo húmedo: +19°C Intensidad normal: 52 A	<b>aire de evaporación:</b> Este principio, denominado refrigeración por evaporación, es el que se utiliza en las torres de refrigeración. Es el más adecuado para el enfriamiento de procesos que necesitan temperaturas comprendidas entre los 25 °C y los 45 °C.
<b>2</b>	<b>DC1150 (Dry Cooler) :</b> Potencia nominal : 435 kW Caudal de agua mínimo: 20,8 l/s Temperatura nominal de entrada de agua: +45°C Temperatura nominal de salida de agua: +40°C Temperatura máxima de entrada de agua: + 80°C Temperatura nominal exterior: +28°C Aproximación: 10°C Intensidad normal: 27 A	<b>el aire seco:</b> Un aerorefrigerante seco o dry-cooler es un aparato que permite evacuar las calorías de un circuito de agua de tipo cerrado, circuito de agua industrial. Utiliza el aire como vector de transferencia de energía. Permite bajar la temperatura de la red de agua a una temperatura igual a la del aire exterior + la aproximación. Este principio está destinado al procedimiento que tiene un rendimiento óptimo con las temperaturas del agua superiores a los 40 °C o, en condiciones exteriores, inferiores a los 10 °C.
<b>3</b>	<b>WCC (Chiller) : &lt; 20°C</b> Potencia nominal : de 50 a 750 kW (condensador de aire) Temperatura nominal de entrada de agua: +12°C Temperatura nominal de salida de agua: +6°C Temperatura nominal exterior: +30°C Temperatura mínima/máxima de salida de agua: -12°C / +15°C Intensidad normal: según potencia	<b>la refrigeración mecánica:</b> un grupo frigorífico se utilizará para las temperaturas de refrigeración inferiores a 20 °C y para cualquier necesidad que surja de temperaturas negativas. En este caso el agua para el proceso la refrigera directamente el grupo frigorífico.
<b>4</b>	<b>Solución 3 + HEX (intercambiador) : &gt; 20°C</b> Potencia nominal : de 500 a 1.000 kW Intercambiador de placas Temperatura nominal de entrada de agua primaria: +6°C Temperatura nominal de salida de agua primaria: +12°C Temperatura nominal de entrada de agua primaria: +17°C Temperatura nominal de salida de agua primaria: +11°C Regulación de la secundaria por una compuerta de tres vías motorizada	<b>la refrigeración mecánica:</b> un grupo frigorífico para las temperaturas de enfriamiento superiores a los 20 °C. EN este caso, el agua para el proceso o el agua de la torre con una temperatura superior a los 20 °C no se enfría mediante un intercambiador de placas.



## Ejemplo de realización

- Ciente:** BOSCH FRANCE  
Oficina de Vénissieux (69)
- Necesidades:** Durante el período de limpieza anual de sus torres de refrigeración, suministro temporal de la potencia frigorífica necesaria para la continuidad de la producción.
- Obligaciones:** Asegurar que en la red para el proceso haya un caudal de agua de 90 m<sup>3</sup>/h, una presión mínima de 3,5 bar y una temperatura entre 26 °C y +/-0,5 °C.
- Solución:** frío mecánico (grupo frigorífico, intercambiador y compuerta de tres vías)

### Esquema del principio





## Exposición de la nomenclatura de las instalaciones clasificadas:

**A** : Autorización **D** : Declaración. La cifra corresponde al radio de visualización en kilómetros

Sección n.º 2921 - instalaciones de refrigeración por dispersión de agua en un flujo:

1. Cuando la instalación no es del tipo "circuito primario cerrado":
  - a) La potencia térmica evacuada máxima es superior o igual a 2.000 kW : (A - 3)
  - b) La potencia térmica evacuada máxima es inferior a 2.000 kW : (D)
2. Cuando la instalación es del tipo "circuito primario cerrado": (D)

**Nota.** - Una instalación es del tipo "circuito primario cerrado" cuando el agua dispersada en el aire enfría un fluido a través de uno o más intercambiadores térmicos estancos situados en el interior de la torre de refrigeración o adjuntos a ésta; queda imposibilitado cualquier tipo de contacto directo entre el agua dispersada en la torre y el fluido que atraviesa el o los intercambiadores térmicos.

La Sección 2921 publicada en el JO de 07/12/04 que entró en vigor el 30 de abril de 2005, obliga a todos los encargados de una torre de refrigeración por evaporación a poner en práctica un programa de seguimiento sanitario y de mantenimiento

## ¿A qué obliga la legislación?

### Análisis previo de los riesgos

"...El plan de mantenimiento preventivo, de limpieza y desinfección de la instalación se define a partir de un análisis metódico del riesgo de desarrollo de las legionelas..."

### Mantenimiento y cuidados: limitación de las legionelas

"...Hay que llevar a cabo un mantenimiento y un cuidado adecuados de la instalación para limitar la proliferación de las legionelas..."

### Tratamiento de agua permanente

"...El encargado... tiene que proceder a un tratamiento regular de efecto permanente de su instalación durante todo el período en que esté en funcionamiento..."

### Sistema de desconcentración obligatorio

"...El dispositivo de purga del agua del circuito permite mantener las concentraciones minerales a un nivel aceptable en concordancia con el tratamiento del agua..."

### Limpieza y desinfección anual

"La instalación de refrigeración tiene que ser vaciada, limpiada y desinfectada... posteriormente a la realización de una pausa prolongada... Por lo menos una vez al año... Esta desinfección... se aplicará a todos los postes de tratamiento del agua situados encima de la alimentación de agua del sistema de refrigeración..."

### Obligatoriedad de análisis y acciones en consecuencia

"...El encargado identifica los indicadores físico-químicos y microbiológicos que permiten diagnosticar los cambios en la instalación... según una frecuencia y las modalidades que éste determine... Todo cambio implica acciones correctivas determinadas por el encargado..."

### Frecuencia mínima de los análisis

"...La frecuencia de las extracciones y de los análisis de las legionelas según la norma NF T90-431 es como mínimo bimensual (para las instalaciones declaradas) y como mínimo mensual (para las instalaciones autorizadas) durante el periodo de funcionamiento de la instalación..."

### Acciones correctivas obligatorias

"...Si los resultados de los análisis... ponen en evidencia una concentración de legionela superior o igual a 100.000 unidades formadoras de colonias por litro de agua, el encargado tiene que suspender ...el funcionamiento de la instalación de refrigeración mediante un procedimiento de parada inmediata..."

### Acceso fácil para el mantenimiento

"...La torre tiene que estar equipada con todos los medios de acceso necesarios para mantenerla y cuidarla..."

### Arrastre de gotas inferior al 0,01%

"...El índice de arrastre de gotas declarado por el proveedor... es inferior al 0,01% del caudal de agua en circulación..."

### Trazabilidad de la formación

"...El conjunto de los documentos que justifican la formación del personal está a disposición del inspector de Instalaciones Clasificadas..."

### Trazabilidad de la instalación

"...El encargado informa de todas las intervenciones realizadas en la instalación en una cartilla de seguimiento..."

### Transmisión del histórico de la instalación

"...El balance del año N-1 se establece y se transmite a la inspección de las instalaciones clasificadas el 30 de abril del año N..."